植 物 分 类 学 报 30(5): 450—459 (1992)
Acta Phytotaxonomica Sinica

贝母属植物异甾体生物碱的存在及其分类学意义

余世春* 肖培根
(中国医学科学院药用植物资源开发研究所，北京，100094)

THE EXISTENCE OF ISOSTEROIDAL ALKALOIDS IN *FRITILLARIA* L. (LILIACEAE) AND ITS TAXONOMICAL SIGNIFICANCE

YU SHI-CHUN XIAO PEI-GEN
(*Institute of Medicinal Plant Development, Chinese Academy of Medical Sciences, Beijing* 100094)

Abstract The plant chemotaxonomical marker of *Fritillaria* L. is discussed in this paper according to the information on chemical components. Plenty of evidence shows that 5α-cevanine isosteroidal alkaloids are the characteristic constituents of this genus. In the light of the biogensis of this kind of alkaloids, the C-13 and C-17 of the molecular structures may be rational positions uniting a nitrogenous group in their biosyntheses which make two kinds of 5α-cevanine isosteroidal alkaloids, the dihydrogen of C-13 and C-17 being at the state of trans-configuration (e. g. verticine, verticinone) and at the state of cis-configuration (e.g. delavine, chuanbeinone and songbeinine). Meanwhile, this paper reports the existence and content of some 5α-cevanine isosteroidal alkaloids in main Chinese fritillarias. This result reveals that there may be a relationship between the formation of characteristic constituents on one hand and other morphological characters and distribution of the plants concerned on the other, which encourages further investigation.

Key words Liliaceae; *Fritillaria* L.; Characteristic constituents; 5α-cevanine isosteroidal alkaloids

摘要 本文根据化学成分资料，探讨了百合科贝母属在植物化学分类上的指征，指出5α-cevanine类

本文为百合科贝母属植物化学与系统学研究(IV)、隶属“药用植物亲缘学”，国家自然科学基金资助项目。本文工作得到中国药科大学植物化学分类室周荣汉教授的热情指导，日本北海道大学金子光教授(Prof. Ko. Kaneko)提供炉贝甲素(delavine)等标准品，四川阿坝州若尔盖县药材公司何忠永、郭树清，安徽宣城地区药检所陈斌等同志协助采集实验材料，作者一并深表谢忱。

* 八八届硕士生，现在安徽省药品检验所工作。

1990.03.23 收稿。

异甾体生物碱为该属植物的特征性成分（Characteristic constituents）；从其生源上看，结构中的 C_{13} 与 C_{17} 位应是其生物合成中氮源骈合的结合部位，即可产生 C_{13}、C_{17} 上双氢反式（如浙贝甲素 verticine、浙贝乙素 verticinone）和顺式（如炉贝甲素 delavine、松贝甲素 songbeinine）两大类型的生物碱。同时，作者分析了特征性成分在中国分布区内本属植物主要种中的存在状态，结果提示：其存在形式与其相应植物的形态、地理分布有一定的相关性，值得进一步加以深入研究。

关键词　百合科；贝母属；特征性成分；5α－cevanine 类异甾体生物碱

贝母属植物现已超过 85 种（侯宽昭等 1984），主要分布在北半球温带地区，其中尤以亚洲东部（中国、日本）和中部、地中海区域、欧亚接壤地区及北美洲的种类为多。在我国，“贝母”一词始见于秦汉时期《神农本草经》，以干燥鳞茎入药，经过逐渐演变，又据功效与产地分为“浙贝母”、“川贝母”（余世春、肖培根1990），现在药用种以《中国药典》收载种为主。中国的贝母属植物种也远不止原有的20 种 2 变种，尤其是近年来不断有新种出现（陈心启等　1985；段咸珍等　1987；高增义　1985），分布地区以四川、新疆、西藏、湖北、安徽、青海、甘肃、陕西为多，其它省如山西、河南、河北、吉林、辽宁、黑龙江等的种类较少。该属植物的次生代谢产物主要含有生物碱、皂甙、甾醇、有机酸、香豆素、糖类等成分。本文旨在根据化学成分资料探讨这一类群植物在化学分类上的指征，同时分析特征性成分在我国本属植物主要种的分布。

一、贝母属植物的特征性成分

自十九世纪末，贝母属植物的化学成分一直是人们研究的对象。近二十年来，结构测定技术的进步，如高分辨质谱、核磁共振技术的应用使其研究日趋快速、微量、准确。结果表明，该类群植物主要含有异甾体生物碱与甾体生物碱，到目前为止已经分离并确定结构的有 100 余个化合物，其中异甾体生物碱占 75%。异甾体生物碱的结构类型及其存在植物见表 1、表 2、表 3，图 1、图 2。

综合该类群植物的化学成分资料，结合特征性成分的定义（对于一个属来说应是一个成分组），我们认为可将贝母属植物中较富含的异甾体生物碱中的 5α－cevanine 类（5α－cevanine group）作为其特征性成分（characteristic constituents），因为：

（1）如表 1 中所示，本属植物不论在地中海区域，还是在北美洲、亚洲东部至中部，其化学成分研究表明均含有 5α－cevanine 类异甾体生物碱。

（2）虽然百合科中的藜芦属 *Veratrum* L.、棋盘花属 *Zygadenus* Michx 亦含有异甾体生物碱，但它们主要以 C_4 和 C_9 之间存在α－酮缩醇系统、多数以酯（当归酰基）形式存在，大部分这类化合物是计明胺（germine）、原渥灵胺（protoverine）和棋盘花胺（zygadenine）（Shakirov R. et al. 1980）。

（3）从表中还可见：几乎每个种都有自己的组内特有成分（中国分布区内的植物种更为明显），不过这些成分并不是结构类型的不同，而是某些取代基的不同排列组合或立体构型不同而已；本类成分在植物中的变化与其生物学特征上的变异似有一定程度的相关性。

表1 5α 瑟文类异甾生物碱在贝母属植物中的分布

Table 1 The distribution of 5α－cevanine isosteroidal alkaloids in the plants of *Fritillaria* L.

序号 No.	成 分 Constituents	分布 Distribution 种名 Species (地区 Region)	文献 Ref.
1—6:	edpetiline, edpetilidine, eduardine, eduardinine, edpetisine, edpetisinine	*Petilium eduardi* (the former USSR)	38
7—8:	Korsine, korseverine	*Korolkowia sewerzowii* (the soviet Union*)	38
9:	verticine	*F. verticillata* (Japan)	25
		F. thunbergii (China)	1
		F. ussuriensis (China)	21
		F. hupehensis (China)	9
10:	verticinone	*F. verticillata* (Japan)	28
		F. thunbergii (China)	1
		F. hupehensis (China)	9
		F. anhuiensis (China)	3
11:	isoverticine	*F. verticillata* (Japan)	25I
		F. anhuiensis (China)	3
12—15:	baimonidine, isobaimonidine, fritillarizine, peiminoside	*F. verticillata* (Japan)	28 30 33
16—19:	hupeheninoside, hupehenizize, hupehenine, hupehenirine	*F. hupehensis* (China)	10 12
20:	pinpeimine	*F. ussuriensis* (China)	21
21:	severtizidine	*K. sewerzowii* (the soviet Union*)	38
22:	wanpeinine A	*F. anhuiensis* (China)	3
23:	imperialine	*F. imperialis* (Germany, Iran, India, Canada)	38, 25II
		F. delavayi (China)	31
		F. walujewii (China)	5
		F. pallidiflora (China)	12, 23, 25III
		P. eduardi (the former USSR)	38
		F. karelinii (China)	39
24:	imperialone	*P. eduardi* (the soviet Union*)	38
25:	ussurienine	*F. ussuriensis* (China)	26
26—27:	wuyangenine, wuyangeninine	*F. wuyangensis* (China)	19
28—29:	ebeinine, ebeinone	*F. ebeiensis* var. *purpurea*	16
		F. ebeiensis (China)	14
30—32:	sinpeiminoside, sinpeinine A, sinpeinine B	*F. walujewii* (China)	5 37
33—34:	delavine, delavinone	*F. delavayi* (China)	31
35:	imperialine-N-oxide	*P. eduardi* (the soviet Union*)	38

续表 1

36 — 37:	verticine-N-oxide verticinone-N-oxide	*F. thunbergii* (China)	33
38:	edpetisidine	*P. eduardi* (the soviet Union*)	38
39:	petilidine	*F. walujewii* (China) *P. eduardi* (the soviet Union*)	37 38
40:	Petilinine	*F. verticillata* (Japan) *P. raddeana* (the soviet Union*)	38
41:	6β-epi-petilinine	*F. verticillata* (Japan)	38
42:	petilininoside	*F. ussuriensis* (China)	26
43 — 56:	korseverinine, korsidine, korsine, korsinanine, korseveriline, korseveranine, sevedine, severine, korseveridine, korseverdinine, sewerzine, seveline, korsine-N-oxide, acetylsevedine	*K. sewerzowii* (the soviet Union*)	35
57:	ziebeimine	*F. ebeiensis* var. *purpurea* (China)	16
58:	severine-N-oxide	*K. sewerzowii* (the soviet Union*)	34
59 — 60:	songbeinine, songbeinone	*F. unibracteata* (China)	8
61:	chuanbeinone	*F. delavayi* (China)	32
62:	iso-shinonomenine	*F. wuyangensis* (China)	19
63:	hupehenidine	*F. hupehensis* (China)	15
64 — 65:	karepeimine, karepeiminoside	*F. karelinii* (China)	39
66:	5α-methy I-wuyangenine	*F. wuyangensis* (China)	19
67 — 68:	ussurienine, ussurienone	*F. ussuriensis* (China)	24

* the former Union of Soviet Socialist Republics.

表2　杰文类异甾生物碱在贝母属植物中的分布

Table 2　The distribution of jervine isosteroidal alkaloids in the plants of *Fritillaria* L.

序号 No.	成　分 Constituents	分布 Distribution 种名 Species (地区 Region)	文献 Ref.
69:	Peimisine	*F. thunbergii* (China) *P. eduardi* (the soviet Union*)	38
70:	edpetine	*P. eduardi* (the soviet Union*)	38
71:	hupehensine	*F. hupehensis* (China)	11
72 — 73:	11-deoxo-6-oxo-5α, 6-dihydro-jervine; 12, 13-epoxy-11-deoxo-6-oxo-5α, 6-dihydro-jervine-N, O-diacetate	*F. thunbergii* (Japan)	33
74:	songbeisine	*F. unibractetata* (China)	7

* the former Union of Soviet Socialist Republics.

表 3. 藜芦胺类异甾生物碱在贝母属植物中的分布

Table 3 The distribution of veratramine isosteroidal alkaloids in the plants of *Fritillaria* L.

序号 No.	成 分 Constituents	分布 Distribution 种名 Species (地区 Region)	文献 Ref.
75 — 76:	korsevine korsemine	*K. sewerzowii* (the soviet Union*)	38 25V
77;	12, 13−epoxy−veratramine−3β, 17, 23α−triol−6−one−N, 0(3)−diacetate	*F. thunbergii* (Japan)	33
78:	ningpeisine	*F. ningguoensis* (China)	4

图 1 5α− 瑟文类异甾生物碱结构类型

Fig.1 The structural patterns of 5α−cevanine isosteroidal alkaloids in table 1

图 2　杰文类与藜芦嗪类异甾生物碱结构类型

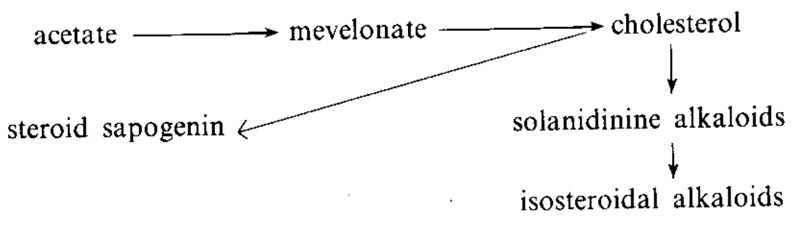
Fig.2　The structural patterns of jervine and veratramine isosteroidal alkaloids in table 2 and table 3

国外曾报道过阿魏酸蔗糖酯在百合科植物花药中的系统分布(Meurer et al. 1984)，发现在贝母属 *Fritillaria* L. 和百合属 *Lilium* L.中均存在双阿魏酸蔗糖酯(diferuloulsucrose)，并建议将这种成分的存在作为百合科的特征性成分。显然，双阿魏酸蔗糖脂无法显示贝母属在化学分类上的指征。Meurer 的建议与我们的结论并不矛盾，而正好说明了共性与个性存在于任何事物中。

二、中国贝母属植物优势种中特征性成分的分布状态

1. 关于异甾体生物碱的生源

对于异甾体生物碱的生源，尽管至今未以贝母属植物为对象做具体研究，但从同科植物藜芦属生物碱的生源研究中能得到一些启示。日本学者提出藜芦生物碱的生源途径(Kaneko et al. 1970)如下：



由茄次碱(solanidinine alkaloids)至异甾生物碱这一步只是推测，未分离到有说服力的过渡态化合物。Mitsihashi 等(1963)用一般的甾体化合物为起始物合成了异甾化合物，虽然接上来自氨基酸的氮源是否能转变未被证实，但这一途径即甾体化合物或其前体，光转化为异甾体化合物，然后再骈合氮源极有可能是异甾体生物碱的另一生源路线。无论从哪一途径，依化学键合能及生源来看，结构中的 C_{13} 与C_{17} 位应是氮源骈

合的结合部位。在已确定结构的特征性成分中，根据C_{13}、C_{17}位两氢原子的立体构象(氮源骈合方式不同所致)可分成两大类：C_{13}和C_{17}双氢反式构型，如浙贝甲素(verticine)、浙贝乙素(verticinone)；C_{13}和C_{17}双氢顺式构型，如西贝素(imperialine)、炉贝甲素(delavine)、松贝甲素(songbeinine)、松贝乙素(songbeinone)等。

2. 特征性成分在我国主要种中的存在

(1) 材料 本工作实验材料为本属植物的干燥鳞茎(见表4)。

表4 材料来源

Table 4 The origin of the materials

序号 No.	种名 Species	采集地区 Locality	凭证标本 Vouchers *
1	暗紫贝母 *F. unibracteata*	四川若尔盖	8706002
2	川贝母 *F. cirrhosa*	四川九龙	8707001
3	甘肃贝母 *F. przewalskii*	四川若尔盖与甘肃交界处	8706020
4	甘肃贝母 *F. przewalskii*	四川炉霍	8707014
5	梭砂贝母 *F. delavayi*	四川炉霍	8607001
6	康定贝母 *F. cirrhosa* var. *ecirrhosa*	四川康定	8607011
7	无斑暗紫贝母 *F. unibracteata* var. *sulcisquamosa*	四川松潘	8706032
8	湖北贝母 *F. hupehensis*	湖北恩施	8704001
9	湖北贝母 *F. hupehensis*	四川奉节	8704005
10	湖北贝母 *F. hupehensis*	安徽铜陵	8604001
11	蒲圻贝母 *F. thunbergii* form. *puqiensis*	湖北蒲圻	8705001
12	鄂北贝母 *F. ebeiensis*	湖北随州	8704008
13	紫花鄂北贝母 *F. ebeiensis* var. *purpurea*	湖北随州	8704010
14	太白贝母 *F. taipaiensis*	山西垣曲	8804005
15	安徽贝母 *F. anhuiensis*	安徽金寨	8604002
16	宁国贝母 *F. ningguoensis*	安徽宁国	8804001
17	午阳贝母 *F. wuyangensis*	河南午阳	8805001
18	浙贝母 *F. thunbergii*	浙江宁波	8804003
19	东贝母 *F. thunbergii* var. *chekiangensis*	浙江东阳	8804004
20	浙贝母 *F. thunbergii*	北京药植所	8805002
21	平贝母 *F. ussuriensis*	北京药植所	8805003
22	伊贝母 *F. pallidiflora*	北京药植所	8805004
23	平贝母 *F. ussuriensis*	吉林农业大学	8805006

* All the vouchers were collected by ourselves and are preserved in the Herbarium of IMPLAD, CAMS, Beijing.

(2) 方法 采用随行标准法，即在高效硅胶GF_{254}薄层板(中国山东烟台化工研究所)上将样品液与对照品(I. 浙贝甲素 verticine、II. 浙贝乙素 verticinone、III. 炉贝甲素 delavine IV. 川贝酮 chuanbeinone、V. 西贝素 imperialine，线性范围分别为I：0.5—3μg、II：0.5—3μg、III：1—4μg、IV：0.5—2μg、V：1—4μg)在线性范围内同时点样，于展开剂苯：氯仿：乙酸乙酯：甲醇：二乙胺(12:1.5:2:

0.2 : 1)中展开，展距 10cm，取出、晾干后经 Dragenderff's 试剂显色，然后置于瑞士 Camag76510 型薄层扫描仪中于波长 436 nm 处测定，用美国 Hewlett Packard 3390A 型积分仪处理数据、计算含量。

(3) 结果(见表 5)

分析结果提示：特征性成分在中国分布区内该属植物类群中的存在状态似有一定规律可寻，如在高海拔地区如四川、甘肃等本属植物种(川贝母 *F. cirrhosa*、康定贝母 *F. cirrhosa* var. *ecirrhosa*、梭砂贝母 *F. delavayi*、伊贝母 *F. pallidiflora* 等)中未检出 C_{13}、C_{17} 双氢反式构型的 5α－cevanine 类异甾体生物碱，只存在西贝素(在欧亚大陆有关种均检出)、川贝酮等 C_{13} 和 C_{17} 双氢顺式构型者；而低海拔地区如浙江、安徽、

表 5　一些5α－瑟文类异甾生物碱在中国贝母属植物中的存在

Table 5　The existence and content of some 5a－cevanine isosteroidal alkaloids in Chinese fritillaris

种　名 Species (bulb)	用量(克) Used amount (gram)	生物碱(%) Alkaloids (%)					
		All	I	II	III	IV	V
F. unibracteata	4	0.0044	—	—	—	—	—
F. cirrhosa	4	0.1027	—	—	0.0015	0.0047	0.0117
F. przewalskii	2	0.0036	—	—	—	—	—
F. przewelskii	4	0.0033	—	—	—	—	—
F. delavayi	4	0.0132	—	—	—	—	0.0011
F. cirrhose var. *ecirrhosa*	2	0.0866	—	—	—	0.0278	0.0073
F. unibracteata var. *sulcisquamosa*	0.46	0.0114	—	—	—	—	—
F. hupehensis	2	0.2529	0.0327	0.1000	0.0439	—	—
F. hupehensis	2	0.5329	0.0710	0.1325	0.0962	—	—
F. hupehensis	2	0.4989	0.0592	0.0670	0.1399	—	—
F. ningguoensis	2	0.2512	0.0522	0.0756	—	—	0.0774
F. wuyangensis	2	0.0821	0.0101	0.0443	—	—	—
F. thunbergii	2	0.0504	0.0170	0.0112	—	—	—
F. thunbergii var. *chekiangensis*	2	0.1005	0.0720	0.0287	—	—	—
F. thunbergii	2	0.1333	0.0282	0.0418	—	—	0.0181
F. ebeiensis	0.43	0.2183	0.0623	0.0358	—	—	—
F. ebeiensis var. *purpurea*	2	0.2763	0.0563	0.0560	—	—	—
F. thunbergii f. *puqiensis*	2	0.0768	—	0.0449	—	—	—
F. anhuiensis	2	0.2821	—	—	0.1413	0.0799	—
F. taipaiensis	4	0.1584	—	—	—	0.0716	0.0197
F. pallidiflora	4	0.0864	—	—	—	0.0223	0.0247
F. ussuriensis	2	0.0175	—	—	—	—	—
F. ussrriensis	2	0.0121	—	—	—	—	—

I: verticine, II: verticinone, III: delavine, IV: imperialine, V: chuanbeinone.

湖北等本属植物种(浙贝母 *F. thunbergii*、安徽贝母 *F. anhuiensis*、鄂北贝母 *F. ebeiensis*、午阳贝母 *F. wuyangensis* 等)均存在 C_{13}、C_{17} 双氢反式构型者如浙贝甲素、浙贝乙素，未检出 C_{13} 和 C_{17} 双氢顺式构型的5α－cevanine类成分。 前述有关种的成分研究结果也说明了这一点。 虽然有的种如暗紫贝母 *F. unibracteata*. 因生物碱含量太低，在样品量范围内未能显示出来，但通过分离方法从本种中仅得到 C_{13}、C_{17} 顺式构型者如松贝甲素、松贝乙素，这种现象与传统医学临床上依功效分"川贝"、"浙贝"的用药经验似相吻合。 另外，本属植物中也具两种类型特征性成分均存在的种如湖北贝母 *F. hupehensis*(吴继洲等 1989)、平贝母 *F. ussuriensis*(徐东铭等 1982)及砂贝母 *F. karelinii*(Min Zhi－Da et al. 1986)，这也许与该类群植物中区系间过渡或异化发展的分支有一定关系，值得我们进一步加以深入研究。

参 考 文 献

[1] 刘寿山等，1963：中药研究文献摘要(1820－1961)。 科学出版社，北京。 99。

[2] 江纪武等，1986：植物药有效成分手册(第一版)。 人民卫生出版社，北京。 967－968。

[3] 李清华、吴宗好，1986：安徽贝母生物碱的分离和结构鉴定。 药学学报，**21**(10)：767－771。

[4] 李清华、吴宗好、张连龙、邵理，1988：宁国贝母生物碱的分离和结构鉴定。 药学学报，**23**(6)：415－421。

[5] 刘庆华、贾晓光、任永风、木哈塔尔、梁晓天，1984：新疆贝母化学成分的研究。 药学学报，**19**(2)：894－898。

[6] 余世春、肖培根，1990：中药贝母的药用历史及发展方向。 中国中药杂志，**15**(8)：10－12。

[7] 余世春、肖培根，1990：暗紫贝母化学成分研究(I)。 中草药，**21**(1)：2－6。

[8] 余世春、肖培根，1990：暗紫贝母生物碱成分研究。 植物学报，**32**(12)：929－935。

[9] 吴继洲，1982：湖北贝母化学成分研究I. 生物碱的研究。 中草药，**13**(8)：3－6。

[10] 吴继洲、濮金龙，1985：湖北贝母化学成分的研究III. 湖贝甲素甙的分离和鉴定。 药学学报，**20**(5)：372－376。

[11] 吴继洲、王永耀、凌大奎，1986：湖北贝母化学成分的研究V. 湖贝新的分离和鉴定。药学学报，**21**(7)：546－550。

[12] 吴继洲、汪茂田，1989：湖北贝母属植物化学成分的研究. VIII. 湖贝甲素类衍生物的碳谱分析。 中草药，**20**(12)：2－4。

[13] 吴继洲、濮金龙，1989：湖北贝母化学成分的研究 VI. 应用 ^{13}C 谱解析湖贝啶的结构。 中草药，**20**(5)：2－5。

[14] 吴继洲、李宏斌、朱家新，1989：湖北贝母属植物化学成分的研究 IX. 鄂北贝母生物碱的分离与鉴定。中草药，**20**(12)：5－7。

[15] 吴继洲、濮金龙，1986：湖北贝母化学成分的研究 IV. 湖贝乙素、湖贝嗪的分离和鉴定及它们与湖贝甲素的相互转化。 中草药，**17**(3)：5－8。

[16] 吴继洲、潘锡平、娄民安、王孝生、凌大奎，1989：湖北贝母属植物化学成分的研究X、鄂北贝母生物碱的分离与鉴定。 药学学报，**24**(8)：600－605。

[17] 陈心启、余国奠、周印锁，1985：甘肃贝母属新植物。 云南植物研究，**7**(2)：146－150。

[18] 段咸珍、郑秀菊，1987：新疆贝母属植物分类研究。植物分类学报，**25**(1)：56－63。

[19] 高增义，1985：河南贝母属一新种。植物分类学报，**23**(1)：69－70。

[20] 高增义、周长山，1987：河南贝母属植物一新种——午阳贝母的资源研究。河南科学，(2)：62－68。

[21] 徐东铭、张本、李焕荣、许卯力，1982：平贝母生物碱的分离和鉴定。药学学报，**17**(5)：354－359。

[22] 徐东铭、张本、黄万忠、祁彦、马俊玲，1982：西贝素甙的分离和鉴定。中草药，13(8)：1 — 2。

[23] 潘鑫复、朱子清，1979：贝母植物碱研究 XV．砂贝母中的植物碱 。兰州大学学报(自然科学版)，(3)：51 — 53。

[24] 北村 有希惠、西沢 信、金子 况，1988：贝母の成分研究(第3報) 平贝母 のアルカロイト成分。日本藥学会第 108 年会講演要旨集(広岛)：304。

[25] Xu, D.-M. and Zhang, B. 1985: Studies on Chemical Constituents of Ping Beimu. In Chinese Chemistry Society (ed.): International Symposium on Organic Chemistry of Medicinal Natural Products. Shanghai Science of Technology Press, Shanghai, B-138.

[26] Ito, Sho, Fukazawa Y. and Miyashita M. 1976: Structure of Imperialine. *Tetrahedron Letters*, **18** (36): 3161 — 3164.

[27] Kaneko, K., Naruse, N., Tanaka, M., Yoshida, N. and Mitsuhashi, H. 1980: Fritillarizine, a New Fritillaria Alkaloid Isolated from the Aerial Parts of Mature Fritillaria verticillata. *Chem. Pharm. Bull*. **28** (12): 3711 — 3713.

[28] Kaneko, K., Tanaka, M., Haruki, K., Naruse, N. and Mitsuhashi, H. 1979: ^{13}C-NMR Studies on the Cevanine Alkaloids, the Application of ^{13}C-NMR Spectra for Structure Elucidation of New Alkaloids, Baimonidine and Isoverticine. *Tetrahedron Letters*. **21**: (39): 3737 — 3740.

[29] Kaneko, K., Naruse, N., Haruki, K. and Mitsuhashi, H. 1980: Isobaimonidine, a New Fritillaria Alkaloid from the Aerial Parts of Fritillaria verticillata. *Chem. Pharm. Bull*. **28** (4): 1345 — 1346.

[30] Kaneko, K., Katsuhara, T., Mitsuhashi, H., Yuh-Pan, C. and Hong-Yen, H. 1985: Isolation and Structure Elucidation of New Alkaloids from Fritillaria delavayi Franch. *Chem. Pharm. Bull*. **33** (6): 2614 — 2617.

[31] Kaneko, K., Katsuhara, T. and Mitsuhashi, H. 1986: Chuanbeinone, a Novel D/E Cis-(22R, 25S)-5α-Cevanine Alkaloids from Chinese Herbal Drug, Chuan-Bei-Mu. *Tetrahedron Letters*. **27** (21): 2387 — 2390.

[32] Kitajima, J., Noda, N., Ida, Y., Miyahara, K. and Kawsaki, T. 1981: Steroidal Alkaloids of Fresh Bulbs of Fritillaria thunbergii Miq. and of Crude Drug "Bai-mo" Prepared Thereform. *Heterocycles*. **15** (2): 791 — 796.

[33] Kul'kova, V. V., Samirov, K., Shakirov, R. and Yunusov, S. Y. 1985: Structure of Kordiline. *Chemistry of Natural Compounds* (*Khim. Prir. Soedin*.)(2): 237 — 239.

[34] Kul'kova, V. V., Samikov, K., Shakirov, R. and Yunusov, S. Y. 1986: Acetylsevedine from Korolkowia sewerzowii. *Chemistry of Natural Compounds* (*Khim. Prir. Soedin*.) (6): 325 — 326.

[35] Meurer, B., Strack, D. and Wiermann, R. 1984: The Systematic Distribution of Ferulic Acid-Sucrose Esters in Anthers of the Liliaceae. *Planta Medica*. (3): 376 — 380.

[36] Liu, Q. -H. 1985: Studies on Chemical Constituents of Xinjiang Beimu. Chinese Chemistry Society (ed.): International Symposium on Organic Chemistry of Medicinal Natural Products. Shanghai Science of Technology Press, Shanghai. B-048.

[37] Shakirov, R. and Yunusov, S. Y. 1980: Alkaloids of Veratrum. Petilium and Korolkowia. *Chemistry of Natural Compounds* (*Khim. Prir. Soedin*.). (2): 1 — 16.

[38] Min, Z.-D., Qian J. F. and Iinuma, M. 1986: Two Steroidal Alkaloids from Fritillaria karelinii. *Phytochem*. **25** (8): 2008 — 2009.